

IPW

Docket No. 266172US26

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Minoru HONDA, et al.

GAU: 1734

SERIAL NO: 11/058,319

EXAMINER:

FILED: February 16, 2005

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR REFORMING LAMINATED FILMS AND
LAMINATED FILMS MANUFACTURED THEREBY

SUBMISSION NOTICE REGARDING PRIORITY DOCUMENT(S)

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Certified copies of the Convention Application(s) corresponding to the above-captioned matter:

☒ are submitted herewith

☐ were filed in prior application filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule
17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Steven P. Weihrouch

Registration No. 32,829

Joseph Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 11/04)

11/058,319

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 1 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 3 9 0 4 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 3 9 0 4 1]

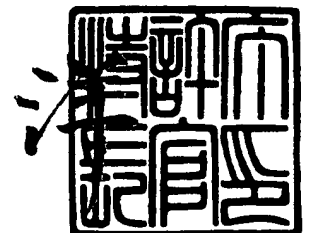
出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 5 年 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 JP032443
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01L 21/76
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 本多 稔
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター 東京エレクトロン株式会社内
 【氏名】 永井 洋之
【特許出願人】
 【識別番号】 000219967
 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社
 【代表者】 佐藤 潔
【代理人】
 【識別番号】 100096910
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小原 肇
 【電話番号】 045(476)5454
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 064828
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9203553

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

積層された複数の膜に電子線を照射してこれらの複数の膜を同時に改質することを特徴とする積層膜の改質方法。

【請求項 2】

基板表面に液状の第 1 の低誘電率材料を塗布して下層膜を形成する工程と、上記下層膜の表面に液状の第 2 の低誘電率材料を塗布して上層膜を形成する工程と、これらの積層膜に電子線を照射してこれらの積層膜を同時に改質することを特徴とする積層膜の改質方法。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の積層膜の改質方法によって得られる積層膜であって、第 1 の低誘電率材料と第 2 の低誘電率材料は、それぞれケイ素－酸素－炭素－水素系の異なる密度を有する低誘電体組成物からなる特徴とする積層膜。

【請求項 4】

上記第 1 の低誘電率材料からなる下層膜は多孔質であることを特徴とする請求項 3 に記載の積層膜。

【請求項 5】

第 1、第 2 の低誘電体組成物は、メチルシルセスキオキサンであることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の積層膜。

【書類名】明細書

【発明の名称】積層膜の改質方法及び積層膜

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層膜の改質方法及び積層膜に関し、更に詳しくは、積層膜の改質処理のスループットを高めることができると共に機械的強度及び層間の密着強度を高めることができる積層膜の改質方法及び積層膜に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の高集積化及び高速化に伴い、配線構造が微細化し、配線間の絶縁膜による寄生容量の低減が益々重要になって来ている。そこで、近年、微細な配線構造の配線間の絶縁膜による寄生容量を低減させるために低誘電率の有機系材料及び無機系材料が種々開発され、これらの有機材料がLow-k材として層間絶縁膜や保護膜等を使用されている。このLow-k膜材は、例えばスピコート及びベーク炉を用いて被処理体の表面に塗布及び熱処理して使用されるSOD(Spin on dielectrics)膜として知られている。しかしながら、SOD膜は液体材料を塗布して形成する膜であり、更に一部のSOD膜は気孔率を高めて低誘電率を得ているため、機械的強度に劣る。

【0003】

そこで、SOD膜にCVD膜などで被覆して機械的強度を確保するようにしている。例えば、図6の(a)に示す下地層1上にスピ塗布法によってLow-k材料を塗布した後、同図の(b)に示すように所定の熱処理を行ってSOD膜2を形成し、更に、同図に(c)に示すようにCVD法によってSOD膜2上にCVD膜3をハードマスクとして形成して積層膜を形成して機械的強度を得ている。ところが、図6に示す積層膜の場合には、SOD膜2とCVD膜3の材質が異なるため、これら両者間の密着性が悪く、後工程であるレジスト膜剥離工程や化学機械研磨(CMP)工程等によって剥離する虞がある。また、CVD膜3は、SOD膜2よりも誘電率が高く、積層膜全体としては誘電率が高くなるという問題もある。

【0004】

そこで、特許文献1には、スピ塗布法のみによって絶縁膜材料を積層し、絶縁層膜間の密着性を高めた低誘電率材料からなる積層膜が提案されている。また、特許文献2には基盤上に低誘電性の高分子誘電体組成物層を一層形成し、この高分子誘電体組成物層を電子ビームに暴露して高分子誘電体組成物層を部分的に硬化する方法が提案されている。

【0005】

【特許文献1】特開2001-93899号公報

【特許文献2】特表2000-511006号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1、2に記載の技術の場合には、いずれも層間絶縁膜毎に熱あるいは電子ビームによる改質(キュア)を行う必要があり、更に特許文献1の場合のように各層間絶縁膜がそれぞれ積層膜の場合には更に積層膜の各層毎に熱あるいは電子ビームによるキュアを必要があるため、スループットが悪いという課題があった。更に、層間絶縁膜が多層に渡るため、下層の層間絶縁膜ほど熱履歴を多く重ね、層間絶縁膜の低誘電性の劣化が顕著になり、所望の低誘電特性が得られないという課題があった。また、スピ塗布法による層間絶縁膜の場合には機械的強度に劣るという課題もあった。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、積層膜の改質処理のスループットを高めることができると共に低誘電性の劣化を防止することができ、更に積層膜での層間の密着性を高めて層間剥離を格段に抑制することができることは勿論のこと、層間絶縁膜の機械的強度を向上させることができる積層膜の改質方法及び積層膜を提案することを

目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の請求項 1 に記載の積層膜の改質方法は、積層された複数の膜に電子線を照射してこれらの複数の膜を同時に改質することを特徴とするものである。

【0009】

また、本発明の請求項 2 に記載の積層膜の改質方法は、基板表面に液状の第 1 の低誘電率材料を塗布して下層膜を形成する工程と、上記下層膜の表面に液状の第 2 の低誘電率材料を塗布して上層膜を形成する工程と、これらの積層膜に電子線を照射してこれらの積層膜を同時に改質することを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の請求項 3 に記載の積層膜は、請求項 1 または請求項 2 に記載の積層膜の改質方法によって得られる積層膜であって、第 1 の低誘電率材料と第 2 の低誘電率材料は、それぞれケイ素－酸素－炭素－水素系の異なる密度を有する低誘電体組成物からなる特徴とするものである。

【0011】

また、本発明の請求項 4 に記載の積層膜は、請求項 3 に記載の発明において、上記第 1 の低誘電率材料からなる下層膜は多孔質であることを特徴とするものである。

【0012】

また、本発明の請求項 5 に記載の積層膜は、請求項 3 または請求項 4 に記載の発明において、メチルシルセスキオキサンであることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0013】

本発明の請求項 1 ～請求項 5 に記載の発明によれば、積層膜の改質処理のスループットを高めることができると共に低誘電性の劣化を防止することができ、更に積層膜での層間の密着性を高めて層間剥離を格段に抑制することができることは勿論のこと、層間絶縁膜の機械的強度を向上させることができる積層膜の改質方法及び積層膜を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図 1 ～図 5 に示す実施形態に基づいて本発明を説明する。本発明の積層膜の製造方法では、例えば図 1、図 2 に示す電子ビーム処理装置が用いられる。この電子ビーム処理装置を用いて積層膜の各膜を同時に一括して改質することにより、改質処理のスループットを格段に高めることができ、しかも積層膜の各膜間の密着性を向上させることができる。また、積層膜は、低誘電性を実現する多孔質からなる下層膜と、機械的強度を確保する高密度の上層膜（ハードマスク）とからなり、電子ビーム処理によって機械的強度が高まる。そこでまず、本実施形態で用いられる電子ビーム処理装置について説明し、次いで、本実施形態の積層膜について説明する。

【0015】

本実施形態に用いられる電子ビーム処理装置 10 は、例えば図 1 に示すように、アルミニウム等によって減圧可能に形成された処理容器 11 と、この処理容器 11 内の底面中央に配設され且つ被処理体（ウエハ）W を載置する載置台 12 と、この載置台 12 と対向する処理容器 11 の上面に同心円状に配列して取り付けられた複数（例えば、19 本）の電子ビームユニット 13 と、載置台 12 及び電子ビームユニット 13 等を制御する制御装置 14 とを備え、制御装置 14 の制御下で電子ビームユニット 13 から載置台 12 上のウエハ W 全面に電子ビームを照射してウエハ W に形成された上下二層の SOD 膜からなる積層膜を改質する。この改質処理を以下では EB キュアとして説明する。

【0016】

上記載置台 12 の下面には昇降機構 15 が連結され、昇降機構 15 のボールネジ 15A を介して載置台 12 が昇降する。載置台 12 の下面と処理容器 11 の底面は伸縮自在なス

テンレス製のベローズ 16 によって連結され、ベローズ 16 によって処理容器 11 内の気密を保持している。また、処理容器 11 の周面にはウエハ W の搬出入口 11 A が形成され、この搬出入口 11 A にはゲートバルブ 17 が開閉可能に取り付けられている。更に、処理容器 11 には搬出入口 11 A の上方に位置するガス供給口 11 B が形成され、処理容器 11 の底面にはガス排気口 11 C が形成されている。そして、ガス供給口 11 B にはガス供給管 18 を介してガス供給源（図示せず）が接続され、またガス排気口 11 C にはガス排気 19 を介して真空排気装置（図示せず）が接続されている。尚、図 1 において、16 A はベローズカバーである。

【0017】

更に、上記載置台 12 は上面にヒータ 12 A を有し、このヒータ 12 A は必要に応じてウエハ W を所望の温度まで加熱するために用いられる。また、19 本の電子ビームユニット 13 は、例えば図 2 に示すように、処理容器 11 上面の中心に配置された 1 本の第 1 電子ビーム管 13 A と、第 1 電子ビーム管 13 A の周りに同心円状に配置された 6 本の第 2 電子ビーム管 13 B と、これらの第 2 電子ビーム管 13 B の周りに同心円状に配置された 12 本の第 3 電子ビーム管 13 C とから構成され、第 1、第 2、第 3 電子ビーム管 13 A、13 B、13 C をそれぞれブロック毎に制御することができる。第 1、第 2、第 3 電子ビーム管 13 A、13 B、13 C は、それぞれ処理容器 11 内に露出して配置された電子ビームの透過窓を有している。透過窓は例えば透明石英ガラスによって封止されている。そして、透過窓の下方にはグリッド状の検出機構 20 が対向配置され、この検出機構 20 に衝突する電子に基づいて照射量を検出し、検出信号が制御装置 14 に入力する。制御装置 14 は検出機構 20 の検出信号に基づいて同心円状に配置された第 1、第 2、第 3 電子ビーム管 13 A、13 B、13 C の出力をそれぞれブロック毎に制御する。

【0018】

而して、本発明の積層膜の製造方法は、本実施形態の電子ビーム処理装置 10 を用いて積層膜を構成する上下二層の SOD 膜を同時に一括して EB キュアする点に特徴がある。積層膜を構成する SOD 膜は、低誘電率材料によって形成されている。SOD 膜を形成する低誘電率材料としては、シロキサン系（Si-O-Si）として Si、O、H を含む H S Q（Hydrogen-silsesquioxane）、Si、C、O、H を含む M S Q（Methyl-Hydrogen-silsesquioxane）などがあり、また、有機系としてはポリアリレンエーテル系の F L A R E（ハネウエル社製）、ポリアリレンハイドロカーボン系の S I L K（ダウ・ケミカル社製）、P a r y l e n e、B C B、P T F E、フッ素化ポリイミド等がある。M S Q 系の有機材料としては、例えば、ジェイエスアール社製の M S Q 系組成物等がある。

【0019】

本実施形態ではジェイエスアール社製の M S Q 系組成物を低誘電率材料として用いて例えば図 3 に示すように積層膜 50 を形成する。この積層膜 50 は、第 1、第 2 の SOD 膜 51、52 からなり、スピン塗布法を用いて下地層 60 上に低誘電率材料である第 1 の M S Q 系組成物によって形成されている。第 1 の SOD 膜 51 を形成する M S Q 系組成物は、低密度で多孔質の絶縁膜を形成して低誘電性を発現する。第 2 の SOD 膜 52 を形成する第 2 の M S Q 系組成物は、高密度で緻密な絶縁膜（ハードマスク）を形成して積層膜 50 に機械的強度を付与する。

【0020】

積層膜 50 を形成する場合には、まず、図 3 の（a）に示す下地層（例えば、シリコン窒化膜）60 上に、スピンコートを用いて第 1 の M S Q 組成物を塗布した後、この M S Q 組成物を乾燥して溶媒を除去して、同図の（b）に示すように第 1 の SOD 膜 51 を形成する。次いで、スピンコートを用いて第 1 の SOD 膜 51 上に第 2 の M S Q 組成物を塗布した後、この M S Q 組成物の溶媒を除去して、同図の（c）に示すように第 2 の SOD 膜 52 を積層形成して、積層膜 50 を得る。第 1、第 2 の SOD 膜 51、52 は、同質の M S Q 系組成物によって形成されているため、なじみ易く密着性が良い。本実施形態では図 3 の（d）に示すように、この積層膜 50 に電子ビームを照射して EB キュアを施す。

【0021】

即ち、図3の(d)に示すように積層膜10に電子ビームBを照射し、電子ビームBが第1、第2のSOD膜51、52を透過すると、第1、第2のMSQ系組成物は電子ビームBから活性化エネルギーを得てそれぞれ架橋反応する。電子ビームBの透過深さは制御装置14によって適宜制御することができる。この際、第1、第2のMSQ系組成物はそれぞれの膜内で架橋するばかりでなく、第1、第2のMSQ系組成物の界面でも互いに架橋反応し、第1、第2のSOD膜51、52間の層間剥離を格段に抑制することができる。また、第1のMSQ系組成物は、多孔質であるが電子ビームBによる架橋反応で気孔が小さくなって機械的強度も多少強くなる。

【0022】

電子ビーム処理装置10は、例えば以下のように動作する。積層膜50が形成されたウエハWを搬送機構のアーム(図示せず)を介して電子ビーム処理装置10まで搬送すると、ゲートバルブ17を開き、搬送機構のアームが搬出入口11AからウエハWを処理容器11内へ搬送し、処理容器11内で待機する載置台12上にウエハWを引き渡す。その後、搬送機構のアームが処理容器11から退避し、ゲートバルブ17を閉じ、処理容器11内を気密状態にする。この間に昇降機構15を介して載置台12が上昇し、ウエハWと電子ビームユニット13との間隔を所定距離に保つ。

【0023】

然る後、制御装置14の制御下で、排気装置を介して処理容器11内の空気を排気すると共にガス供給源から処理容器11内へ例えば希ガス(例えば、アルゴンガス)を供給し、処理容器11内の空気をアルゴンガスで置換し、処理容器11内で電子ビームユニット13の第1、第2、第3電子ビーム管13A、13B、13Cそれぞれの出力を同一に設定して電子ビームBを照射し、下記の処理条件でウエハW表面の積層膜50のEBキュアを行った。

【0024】

また、表1に示すように、二種類の第1のSOD膜(表1では、「ILD」として表示した。)と一種類の第2のSOD膜(表1では、「HM」として表示した。)についてEBキュア(表1ではEBとして示した)を行った。表1に示すように、第1のSOD膜には多孔質のMSQ系組成物A、B(以下、「MSQ-A」、「MSQ-B」と称す。)を用い、第2のSOD膜52には第1のSOD膜より密度が大きい非多孔質のMSQ系組成物C(以下、「MSQ-C」と称す。)を用いた。そして、本実施形態では、これらのMSQ膜を個別に形成し、それぞれのMSQ膜についてEBキュアを行った後、SOD膜として用いられる三種類のSMQ膜のR、I、k値、孔径、硬さ及び弾性係数を測定し、その結果を表1に示した。

【0025】

また、図4は、MSQ-B膜を熱キュアした場合(同図中、■、●で示してある。)と、熱キュアしたMSQ-Bを更にEBキュアした場合(同図中、□、○で示してある。)の結果を示している。同図には、MSQ-B膜の収縮率、k値及び弾性係数を測定し、この測定結果を、収縮率とk値及び弾性係数の関係として示してある。

【0026】

[処理条件]

第1のSOD膜材料：MSQ-A、B(ジェイエスアール社製)

第2のSOD膜材料：MSQ-C(ジェイエスアール社製)

第1のSOD膜の平均膜厚：2000オングストローム

第2のSOD膜の平均膜厚：1000オングストローム

処理容器内圧力：10 Torr

ウエハ温度：350℃

アルゴンガス流量：標準状態で3L/分

電子ビーム管とウエハの間隔：75mm

電子ビーム管

印加電圧：13kV

管電流: 250 μ A

【0027】

【表1】

低誘電性材料	ILD		HM
	MSQ-A	MSQ-B	MSQ-C
キュア	EB	EB	EB
R. I.	1.27	1.3	1.39
k 値	2.26	2.36	2.88
孔径 (mm)	1.7	1.2	-
硬さ (GPa)	1.0	1.3	2.0
弾性係数 (GPa)	7.0	8.5	15

【0028】

表1に示す結果によれば、低誘電率特性が得られる多孔質材料のMSQ系組成物であるMSQ-A、MSQ-Bからなる膜（以下、「MSQ-A膜」、「MSQ-B膜」と称す。）は、R. I.、k 値、硬さ及び弾性係数のいずれも第1のSOD膜としては好ましいことが判った。即ち、第1のSOD膜としては、1.25以上のR. I. 値、2.4以下のk 値、0.8 GPa以上の硬さ、及び5 GPa以上の弾性係数を有することが好ましいが、MSQ-A膜及びMSQ-B膜は、表1に示す結果からも明らかなように、いずれも第1のSOD膜としての特性を備えていることが判った。これらのMSQ膜のうちでも、孔径の大きいMSQ-A膜は、k 値が小さく、低誘電性が重視される場合の第1のSOD膜として好ましいが、機械的強度に関連する指標であるR. I.、硬さ及び弾性係数が小さく機械的強度がやや小さい。一方、孔径の小さいMSQ-Bは、k 値がMSQ-Aよりやや大きいR. I.、硬さ及び弾性係数がMSQ-Aよりやや大きいため、機械的強度が重視される場合の第1のSOD膜としてはMSQ-Bの方がMSQ-Aより好ましいことが判った。このように多孔質のMSQ膜のk 値と機械的強度は相反する特性であるため、要求される積層膜としてのk 値及び機械的強度の特性に基づいて、k 値と機械的強度の特性を適宜設定されたMSQ膜を第1のSOD膜として用いることが望ましい。

【0029】

また、表1に示す結果によれば、非多孔質材料となるMSQ系組成物であるMSQ-Cからなる膜（以下、「MSQ-C膜」と称す。）は、R. I.、硬さ及び弾性係数がいずれもMSQ-A膜、MSQ-B膜より格段に大きく、k 値も2.88であることが判った。第2のSOD膜としては、密度が大きく、機械的強度に優れた非多孔質MSQ膜が好ましく、また、積層膜としての低誘電性を劣化させないためにも第2のSOD膜自体のk 値も小さいことが必要であり、この条件を満たすためには第2のSOD膜としては、2.9以下のk 値、1.35以上のR. I. 値、1.5 GPa以上の硬さ、10 GPa以上の弾性係数を有することが好ましい。MSQ-C膜は、表1に示す結果からも明らかなように、上述の第2のSOD膜としての特性を備えていることが判った。

【0030】

また、図4に示す結果によれば、MSQ-B膜の収縮率が10%までのEBキュアではk 値が数%とあまり上昇しないにも拘らず、機械的強度が約2倍程度上昇することが判った。更に、このEBキュアが過剰になってMSQ-Bの収縮率が10%を超えると、機械的強度も上昇するが、これに伴ってk 値も上昇することが判った。この結果から、過剰なEBキュアは機械的強度を上昇させることができるが、k 値も上昇するため、積層膜をEBキュアする場合には各膜毎にEBキュアを行うことで下層膜が過剰にEBキュアされることがないようにEBキュアを一回だけ行うことが有効であることが判った。

【0031】

第1のSOD膜をMSQ-Bで形成し、第2のSOD膜をMSQ-Cで形成した積層膜に対して一括EBキュアを行った後、光学顕微鏡（SEM）で積層膜の断面を撮像し、S

EM像を観察したところ、MSQ-B膜とMSQ-C膜の境界での両材料の混合や多孔質材料であるMSQ-Bの孔内へのMSQ-Cの浸透が認められなかった。第1のSOD膜としてMSQ-Aを用いた場合にも同様の結果が得られた。また、図5に示すCu配線70のシングルダマシン構造を積層膜50に形成してCMP処理によってCu配線70を研磨したところ、第1、第2のSOD膜51、52間の層間剥離は認められなかった。尚、MSQ-BとMSQ-Cの積層膜のMISCAP構造におけるk値は2.6であり、積層膜としての低誘電性の劣化も認められなかった。

【0032】

以上説明したように本実施形態によれば、電子ビームBを積層膜50の第1、第2のSOD膜51、52に照射して第1、第2のSOD膜51、52を同時に一括して改質するため、積層膜50の改質処理のスループットを格段に高めることができる。また、熱処理を伴わないため、熱履歴による第1、第2のSOD膜51、52、特に第1のSOD膜51の誘電率の劣化を格段に抑制し、あるいは防止することができ、多層膜になるほど効果的で、所望の低誘電率を得ることができる。

【0033】

また、本実施形態によれば、積層膜50の第1、第2のSOD膜51、52間の密着性を高めることができると共に機械的強度を高めることができ、後工程のレジスト膜剥離工程やCMP工程における層間剥離を確実に防止することができる。

【0034】

上記実施形態では層間絶縁膜を例に挙げて説明したが、塗布膜の積層膜であれば本発明を適用することができる。例えば、積層膜の一つの膜としてSOG（スピノングラス）膜、レジスト膜あるいは反射膜が形成されていても良い。また、塗布膜以外のCVD膜、スパッタ膜、メッキ膜などの膜であっても電子ビーム照射による硬化、組織変化等の膜改質が可能な膜であれば、本発明を適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明は、例えば層間絶縁膜等の積層膜を形成する場合に好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の積層膜の製造方法に好適に用いられる電子ビーム処理装置を示す構成図である。

【図2】図1に示す電子ビーム処理装置の電子ビーム管の配列の一例を示す平面図である。

【図3】(a)～(d)は本発明の積層膜の製造工程を示す概念図である。

【図4】第1のSOD膜の収縮率とk値及び弾性係数との関係を示すグラフである。

【図5】積層膜に形成されたシングルダマシン構造の配線構造を示す断面図である。

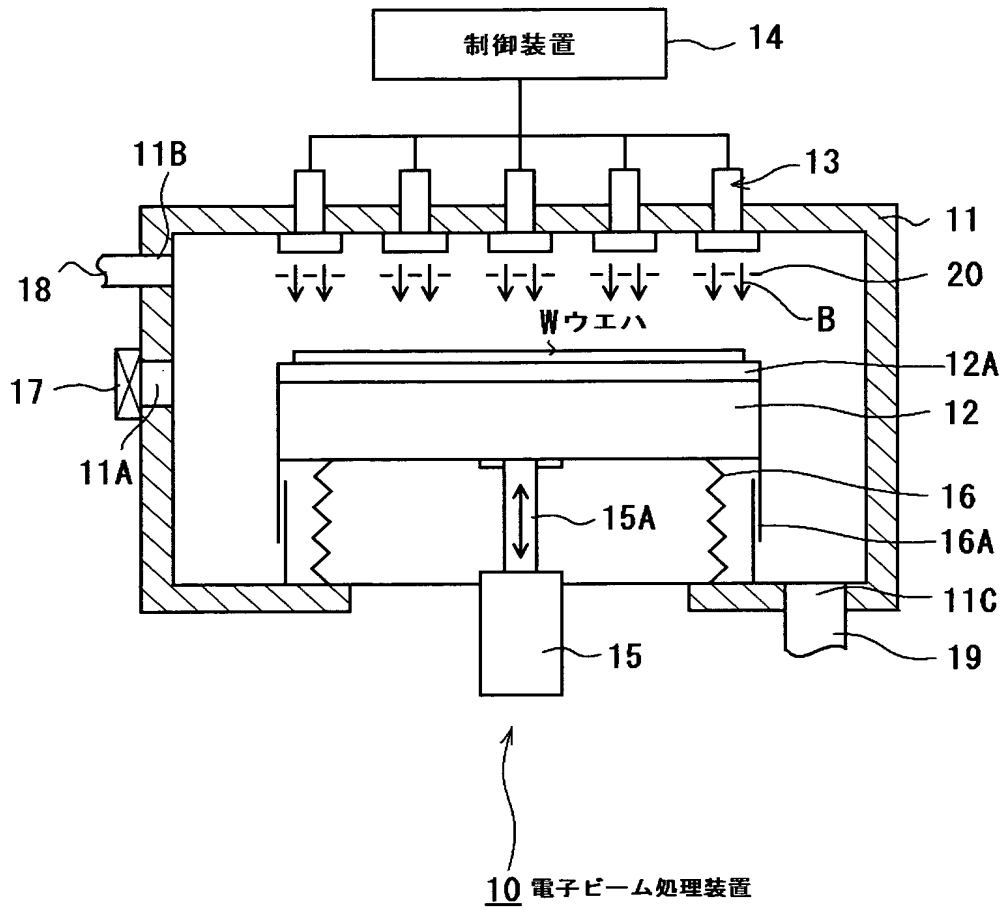
【図6】(a)～(c)は従来の積層膜の製造工程を示す概念図である。

【符号の説明】

【0037】

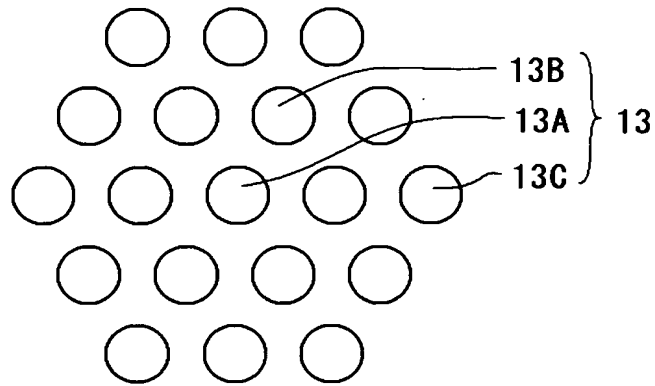
- 10 電子ビーム処理装置
- 13 電子ビームユニット（複数の電子ビーム管）
- 14 制御装置
- W ウエハ（被処理体）

【書類名】 図面
【図 1】

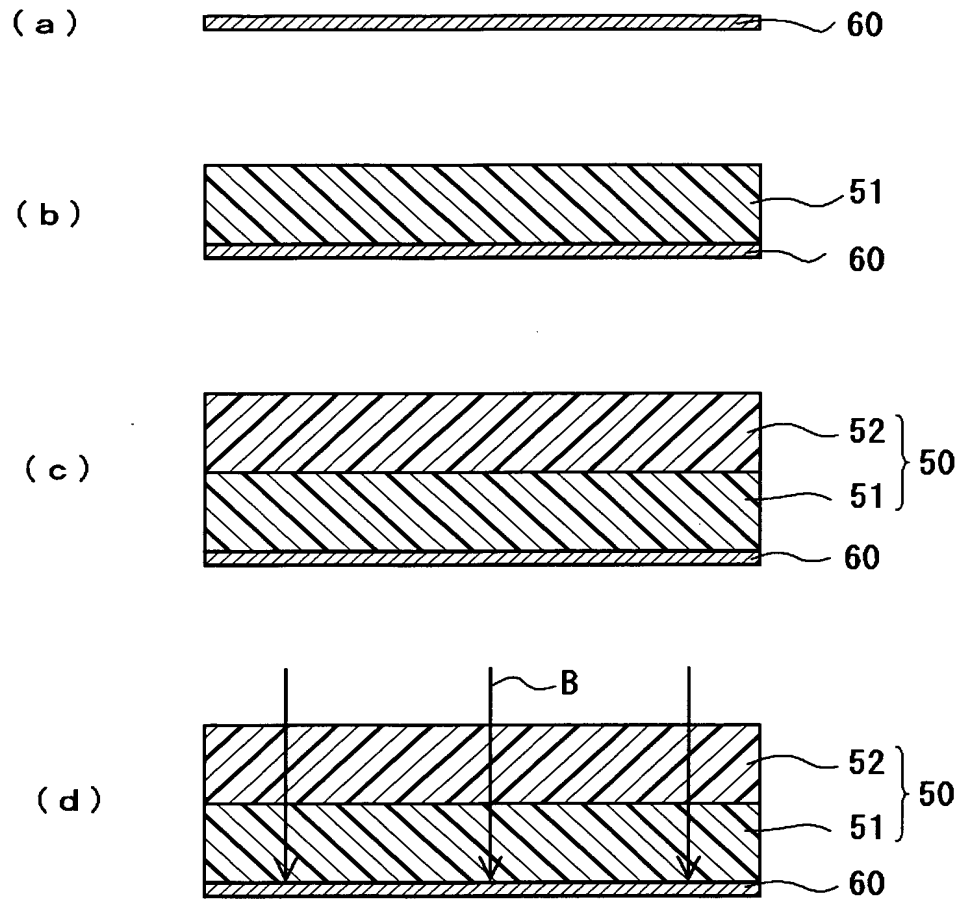




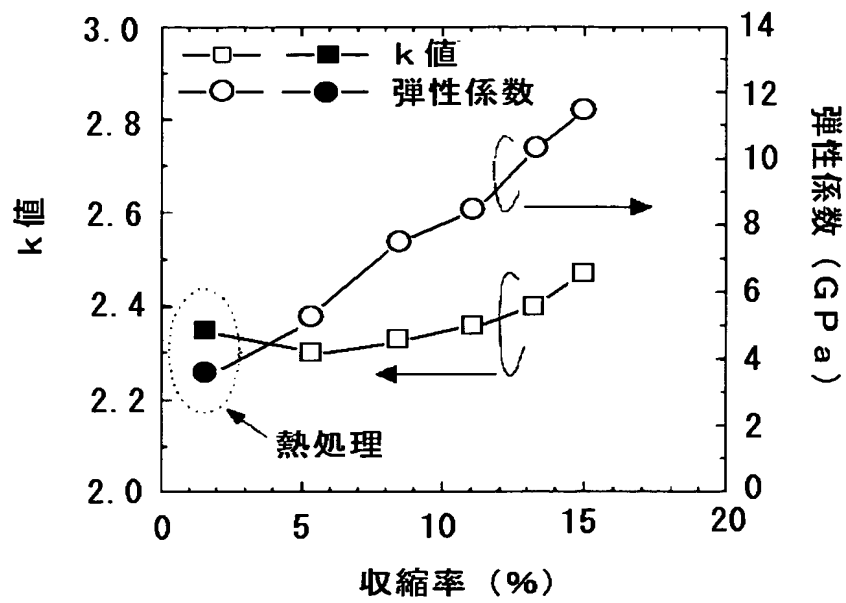
【図 2】



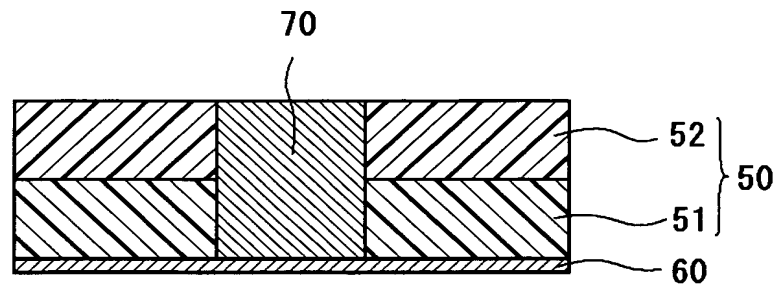
【図 3】



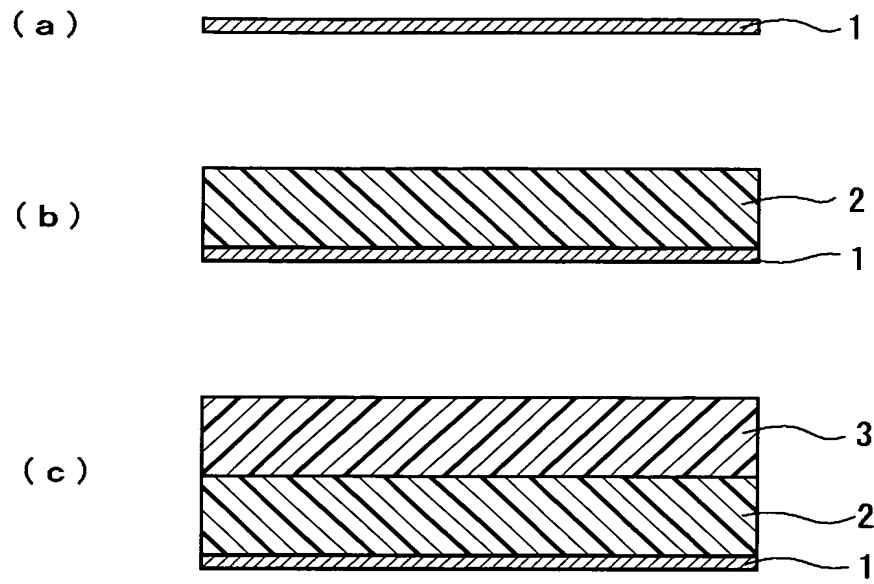
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 特許文献 1、2 に記載の技術の場合には、いずれも層間絶縁膜毎に熱あるいは電子ビームによる改質（キュア）を行う必要があり、更に特許文献 1 の場合のように各層間絶縁膜がそれぞれ積層膜の場合には更に積層膜の各層毎に熱あるいは電子ビームによるキュアを必要があるため、下層の層間絶縁膜ほど熱履歴を多く重ね、有機材料であることと相俟って層間絶縁膜の低誘電性の劣化が顕著になり、所望の低誘電特性が得られない。

【解決手段】 本発明の積層膜の製造方法は、積層された第 1、第 2 の S O D 膜 5 1、5 2 膜に電子ビーム B を照射してこれらの S O D 膜 5 1、5 2 を同時に改質する。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 3 9 0 4 1
受付番号	5 0 4 0 0 2 4 8 7 7 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 2 月 1 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成16年 2月16日

特願 2 0 0 4 - 0 3 9 0 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社